

Rec'd PCT/PTO 21 APR 2005  
#3



RECEIVED	
22 JAN 2004	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 49 072.4

**Anmeldestag:** 21. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** E. Zoller GmbH & Co KG, Freiberg am Neckar/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Befestigen eines Werkzeugs in einem Werkzeugfutter

**IPC:** B 23 B 31/117

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 10. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Seedorf".

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

midt C

21.10.02

Verfahren zum Befestigen eines Werkzeugs in einem Werkzeugfutter

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Befestigen eines Werkzeugs in einem Werkzeugfutter.

Es sind Verfahren zum kraftschlüssigen Spannen von Schaftwerkzeugen, insbesondere Zerspanungswerkzeugen, in entsprechenden Werkzeugfuttern zur Aufnahme in CNC-Bearbeitungsmaschinen bekannt. Bei einem dieser bekannten Verfahren, dem so genannten Einschrumpfen eines Werkzeugs in ein Werkzeugfutter, wird eine Werkzeugaufnahme um eine Aufnahmeöffnung des Futters, beispielsweise eine zylindrische Aufnahmebohrung, mit heißer Luft oder mit Hilfe von Induktionsströmen erwärmt, so dass sich die Werkzeugaufnahme um die Aufnahmebohrung ausdehnt. Die hierdurch bedingte Vergrößerung der Aufnahmebohrung ermöglicht ein Einführen des Werkzeugs, wobei unmittelbar nach der Abkühlung der Werkzeugaufnahme ein kraftschlüssiger Verbund zwischen Schaft und Werkzeugaufnahme hergestellt ist.

Es sind außerdem Verfahren bekannt, bei denen das Werkzeug hinsichtlich der Ist-Position einer oder mehrerer Schneiden des Werkzeugs vermessen wird und das Werkzeug auf der Grundlage der Messdaten in einem Werkzeugfutter zur Einspannung positioniert wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, bei dem mit hoher Sicherheit gewährleistet ist, dass ein Werkzeug besonders zuverlässig und exakt in ein Werkzeugfutter eingespannt ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

#### Vorteile der Erfindung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Befestigen eines Werkzeugs in einem Werkzeugfutter. Es wird vorgeschlagen, dass eine Ist-Position des Werkzeugs, insbesondere in Richtung der Längsachse des Werkzeugs, durch Messung bestimmt wird, das Werkzeug anschließend in das Werkzeugfutter eingeführt und dort auf der Grundlage der ermittelten Ist-Position positioniert und dann eingeschrumpft wird und nach dem Einschrumpfen die Ist-Position des Werkzeugs im Werkzeugfutter bestimmt wird.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann die Ist-Position des Werkzeugs im Werkzeugfutter überprüft werden, beispielsweise durch Vergleich der Ist-Position mit einer Soll-Position. Eventuelle Abweichungen von der Soll-Position können erfasst und dokumentiert werden, um bei einer späteren Bearbeitung eines Werkstücks mit dem Werkzeug zu hochgenauen Bearbeitungsergebnissen zu kommen, indem die Abweichungen bei der Führung des Werkzeugs im Werkstück berücksichtigt werden. Es ist auch möglich, beim Einschrumpfungsverfahren aufgetretene Fehler aufzudecken. Konnte das Werkzeug beispielsweise nicht ohne das Werkzeugfutter zu berühren in die Werkzeugaufnahme des Werk-

zeugfutters eingeführt werden und wurde hierbei die Ist-Position des Werkzeugs unbeabsichtigt erweise verändert, so wird dieser Fehler vor einem Einsatz des Werkzeugs aufgedeckt und kann korrigiert werden. Des Weiteren ist es möglich, Defekte im Werkzeug oder im Werkzeugfutter, wie Risse, Brüche oder Materialermüdungen, aufzuspüren und einen späteren Bearbeitungsvorgang des Werkzeugs sicherer zu machen. Schließlich können durch Temperaturschwankungen bedingte Bewegungen des Werkzeugs im Werkzeugfutter bestimmt werden. Im Laufe des Einschrumpfvorgangs wird das Werkzeugfutter stark erhitzt und wieder abgekühlt. Durch Ausdehnung und Zusammenziehung des Materials des Werkzeugfutters unterliegt das im Werkzeugfutter eingespannte Werkzeug einer nicht unerheblichen temperaturbedingten Bewegung. Thermische Unregelmäßigkeiten, wie beispielsweise eine zu starke Erwärmung des Werkzeugfutters, können somit zu einer Abweichung der Ist-Position des Werkzeugs von seiner Soll-Position führen. Durch das erfundungsgemäße Verfahren werden solche Abweichungen zuverlässig erkannt und können in einem späteren Bearbeitungsvorgang berücksichtigt werden.

Die Bestimmung der Ist-Position des Werkzeugs im Werkzeugfutter kann durch eine mechanische Vermessung, also mit einer Vermessung durch Berührung des Werkzeugs und des Werkzeugfutters mit einem Messmittel, geschehen. Es ist jedoch bevorzugt, die Ist-Position berührungslos, insbesondere mittels einer eine Optik aufweisenden Messvorrichtung, zu bestimmen. Die Messvorrichtung umfasst üblicherweise eine Kamera und eine Auswertheinheit, die mit der Kamera erfasste Bilder auswertet und mittels vorgegebener Berechnungsmethoden die Ist-Position des Werkzeugs bestimmt. Mit einer solchen Vorrichtung sind in einfacher und effektiver Weise genaue Messungen durchführbar. Be-

schädigungen durch Kontakte zwischen dem Werkzeug und der Messvorrichtung können sicher vermieden werden.

Die Ist-Position des Werkzeugs wird zweckmäßigerweise über die Ist-Position eines charakteristischen Elements des Werkzeugs, beispielsweise einer Schneide, einer Ecke oder Kante oder einer Spitze, bestimmt. Von der Ist-Position des charakteristischen Elements wird auf die Ist-Position des Werkzeugs rückgeschlossen, oder die Ist-Position des charakteristischen Elements wird selbst als Ist-Position des Werkzeugs angesehen.

Die Bestimmung oder Überprüfung der Ist-Position des charakteristischen Elements kann hierbei in Richtung der Einführung des Werkzeugs in die Werkzeugaufnahme und/oder in Radialrichtung bzgl. der Rotationsachse des Werkzeugs erfolgen. Die Bestimmung der Ist-Position des Werkzeugs in Einführungsrichtung ermöglicht die Überprüfung der korrekten Positionierung des Werkzeugs im Werkzeugfutter. Die Bestimmung der Ist-Position des Werkzeugs in Radialrichtung ermöglicht eine Überprüfung des Rundlaufs des Werkzeugs und kann temperaturbedingte Bewegungen und insbesondere Defekte im Werkzeug oder im Werkzeugfutter aufdecken.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Ist-Position des Werkzeugs während des Einführung des Werkzeugs in das Werkzeugfutter überwacht. Hierdurch kann eine unbeabsichtigte Bewegung des Werkzeugs beim Einführen, ein Verschieben im Werkzeuggreifer oder Verkanten im Werkzeugfutter erkannt werden. Bei der Überwachung der Ist-Position des Werkzeugs während des Einführung ist das charakteristische Element des Werkzeugs zweckmäßigerweise frei zugänglich, so dass die Überwachung mittels eines optischen Sensors erfolgen kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Ermittlung der Ist-Position nach dem Einschrumpfen in Axialrichtung und Radialrichtung des Werkzeugs. Hierdurch ist sowohl die Ist-Position in Einführungsrichtung des Werkzeugs als auch eine Unwucht in Radialrichtung mit hoher Genauigkeit bestimmbar. Beim Überschreiten der Unwucht, also bei einem in Bezug zur Einführungsrichtung oder Achsrichtung über einen bestimmten Wert hinaus schräg eingespannten Werkzeug, kann der Einschrumpfprozess des Werkzeugs in das Werkzeugfutter wiederholt werden.

ZweckmäÙigerweise wird die Ist-Position des Werkzeugs bzgl. eines Referenzpunkts auf dem Werkzeugfutter definiert. Der Referenzpunkt kann mit einer Optik bestimmt werden. Bei zahlreichen Anwendungen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der Referenzpunkt durch die Befestigung des Werkzeugfutters in einer Werkzeugaufnahmespindel positionsgenau angeordnet ist, so dass keine weitere Vermessung des Referenzpunkts notwendig ist.

Bevorzugt wird das Werkzeug während des Einschrumpfens von einem Werkzeuggreifer gehalten, der das Werkzeug auch während des Vermessens gehalten hat. Hierdurch kann die Gefahr eines Positionierungsfehlers verringert werden. ZweckmäÙigerweise ist der Werkzeuggreifer in der Lage, das Werkzeug um seine Rotationsachse zu drehen, damit das Werkzeug während des Vermessens gedreht und beispielsweise eine Hüllkurve ermittelt werden kann.

Vorteilhafterweise ist das Werkzeugfutter während des Einschrumpfens in einer Spindel befestigt und wird erst nach der Bestimmung der Ist-Position aus der Spindel genommen. Durch das Bestimmen der Ist-Position unmittelbar nach dem Ein-

schrumpfen kann ein Fehler sofort erkannt werden. Außerdem kann die so ermittelte Ist-Position mit einer später ermittelten Ist-Position, beispielsweise nach Abkühlen des Werkzeugfutters, verglichen und so die Zuverlässigkeit des Einspannvorgangs erhöht werden.

In einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung wird die Positionsbestimmung nach einem Abkühlen des Werkzeugfutters unter eine Soll-Temperatur durchgeführt. Hierdurch ist gewährleistet, dass das Werkzeug im Werkzeugfutter nach der Positionsbestimmung keiner temperaturbedingten Bewegung mehr unterliegt. Es ist damit die Ist-Position des Werkzeugs im Werkzeugfutter bestimmbar, die das Werkzeug auch bei einem späteren Bearbeitungsvorgang einnimmt.

Vorteilhafterweise wird eine Anzahl von Werkzeugen in jeweils ein zugeordnetes Werkzeugfutter eingeschrumpft und zusammen mit dem Werkzeugfutter in einem Be- und Entlademagazin abgelegt und anschließend die Ist-Position der Werkzeuge in den Werkzeugfuttern bestimmt. Hierdurch können zuerst eine Anzahl von Werkzeugen in zugehörigen Werkzeugfuttern eingeschrumpft werden und dann die Werkzeuge nach einem Abkühlungsprozess mit dem Werkzeugfutter erneut in eine Aufnahmespindel eingespannt und auf ihre Position hin überprüft werden. Die Aufnahmespindel kann so bereits während des Abkühlens eines Werkzeugfutters zum Einschrumpfen eines nächsten Werkzeugs in ein anderes Werkzeugfutter verwendet werden.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird das Werkzeug im Werkzeugfutter vor dem Einschrumpfen in einer Soll-Position im Werkzeugfutter positioniert. Die Soll-Position ist einem späteren Bearbeitungsprozess angepasst und bezieht sich

möglicherweise auf eine Entfernung zwischen einem Referenzpunkt und einem signifikanten Element des Werkzeugs.

Alternativ wird das Werkzeug im Werkzeugfutter zweckmäßigerweise um eine Korrekturgröße entfernt von der Soll-Position positioniert. Durch das Abkühlen des Werkzeugfutters nach dem Einbringen des Werkzeugs wird das vom Werkzeugfutter fest umschlossene Werkzeug um eine kleine Wegstrecke üblicherweise in Richtung der Rotationsachse des Werkzeugs bewegt. Diese durch die thermische Kontraktion des Werkzeugfutters bewirkte Bewegung kann durch die Korrekturgröße gegebenenfalls vollständig ausgeglichen werden, so dass das Werkzeug nach der Abkühlung des Werkzeugfutters in der Soll-Position positioniert ist.

Zur Bestimmung der Korrekturgröße, die vom Grad der Erwärmung des Werkzeugfutters während des Schrumpfprozesses abhängt, ist es vorteilhaft, dass die Temperatur des Werkzeugfutters vor dem Positionieren des Werkzeugs überwacht wird. Außerdem kann durch diese Überwachung die Temperatur des Werkzeugfutters gerade so niedrig eingestellt werden, dass das Werkzeug bei niedriger thermischer Belastung des Werkzeugfutters gerade noch fehlerlos in die Aufnahmeöffnung eingebracht werden kann.

Ein einfacher und schneller Datentransfer zu einer Werkzeugmaschine kann dadurch erreicht werden, dass die Ist-Position nach der Positionsbestimmung auf einen mit dem Werkzeugfutter verbundenen Datenträger geschrieben wird. Der Datenträger kann ein thermisch belastbarer Chip sein, der beispielsweise im oder am Werkzeugfutter integriert ist. Beim Einbringen des Werkzeugfutters mit dem eingeschrumpften Werkzeug in die Werkzeugmaschine können die Daten in besonders einfacher Weise schnell ausgelesen und sicher mit dem Werkzeugfutter verbunden werden.

## Zeichnung

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen:

Fig. 1 den Aufbau einer bevorzugten Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in schematischer seitlicher Ansicht,

Fig. 2 ein einzuschrumpfendes Werkzeug in seitlicher Ansicht,

Fig. 3 ein Werkzeugfutter in seitlicher Ansicht,

Fig. 4 ein aus einem Werkzeugfutter und einem eingeschrumpften Werkzeug gebildetes Komplettwerkzeug in seitlicher Schnittansicht.

Die in Figur 1 gezeigte Einstell- und Messeinrichtung 2 weist einen in Richtung des Doppelpfeils a verfahrbaren Schlitten 4 auf, auf dem ein Optikträger 6 in Richtung des Doppelpfeils b verfahrbar ist. Der Optikträger 6 trägt eine Kamera bzw. eine Messoptik 8, welche vorzugsweise im Durchlichtverfahren arbeitet. Die Einstell- und Messeinrichtung 2 wird mittels einer

Bedieneinheit 10 bedient. Die Bedieneinheit 10 weist vorzugsweise eine Recheneinheit 12 mit Mitteln zur Bildverarbeitung auf. Ein zu vermessendes Werkzeug ist vorzugsweise auf einem Monitor 14 darstellbar.

Eine um eine Drehachse 16 drehbare, CNC-gesteuerte Werkzeugaufnahmespindel 18 dient zur Aufnahme eines Werkzeugfutters 20, in welches ein einzuschrumpfendes Werkzeug 22 einbringbar ist. Ein als Revolver ausgeführtes Be- und Entlademagazin 24 ist um eine Drehachse 26 drehbar ausgeführt und trägt eine Anzahl von Be- und Entladestationen 28, welche jeweils eine Werkzeugaufnahme 30 und eine Aufnahme 32 für ein Werkzeugfutter 20 umfassen. Die Be- und Entladestation 28 ist außerdem mit einer Kühleinheit 34 ausgestattet, in welche das aus dem Werkzeugfutter 20 und dem Werkzeug 22 gebildete Komplettwerkzeug nach dem Einschrumpfen einbringbar ist.

Die Einstell- und Messeinrichtung 2 weist ferner eine CNC-gesteuerte und/oder pneumatisch angetriebene Einbringeinheit 36 mit einem Vertikalschlitten 38 auf. Dieser Vertikalschlitten 38 trägt einen Werkzeuggreifer 40 auf einem Querschlitten 42 und eine Induktionsspule 44. Der Querschlitten 42 ist in Richtung des Doppelpfeils c und der darauf angebrachte Werkzeuggreifer 40 in Richtung des Doppelpfeils d verschiebbar. Der Werkzeuggreifer 40 ist ferner um die Drehachse 16 drehbar ausgebildet. Die Induktionsspule 44 ist in Richtung des Doppelpfeils e verschiebbar, wobei auch denkbar ist, dass sie zusätzlich in Richtung des Doppelpfeils f und/oder drehbar um eine Achse 46 ausgebildet ist.

Die Einbringeinheit 36 weist einen Werkzeugfutterwechsler 48 zur Übertragung von Werkzeugfuttern 20 von dem Be- und Entlademagazin 24 auf die Werkzeugaufnahmespindel 18 und umgekehrt

auf. Der Werkzeugfutterwechsler 48 ist um die Achse 46 drehbar und in Richtung des Doppelpfeils g parallel zu der Achse 46 verfahrbar.

Die Durchführung einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist unter Bezugnahme auf die oben erläuterte Vorrichtung gemäß Figur 1 im Folgenden näher beschrieben.

Zunächst wird ein Werkzeug 22 in eine Aufnahmehülse gegeben, wonach diese beiden Teile in eine entsprechende Aufnahme der Be- und Entladestation 28 gegeben werden. Entsprechend wird ein Werkzeugfutter 20 in eine entsprechende Aufnahme der Be- und Entladestation 28 eingesetzt. Außerdem wird die Identifikationsnummer des Werkzeugs 22 und/oder Daten des Werkzeugs 22, wie Sollmaße, Schrumpfzeit, Schaftdurchmesser etc., manuell oder aus einer Datenbank automatisch in die Recheneinheit 12 eingegeben. Mit Starten des Schrumpfablaufs mittels entsprechender Steuerung der Recheneinheit 12 wird das Be- und Entlademagazin 24 automatisch um seine Drehachse 26 gedreht, so dass das Werkzeugfutter 20 und das Werkzeug 22 in eine Entnahmeposition 56 gelangen. Der Werkzeugfutterwechsler 48 entnimmt das Werkzeugfutter 20 und setzt es mittels einer Drehung um die Achse 46 in die Werkzeugaufnahmespindel 18 ein. Eine in der Werkzeugaufnahmespindel 18 integrierte Werkzeugspanneinrichtung wird automatisch eingeschaltet und fixiert das Werkzeugfutter 20 kraftbetätigt in der Werkzeugaufnahmespindel 18.

Nun fährt der Werkzeuggreifer 40 entlang des Querschlittens 42 und mittels einer vertikalen Verschiebung des Querschlittens 42 zum Werkzeug 22 und entnimmt es der Aufnahmehülse. Das Werkzeug 22 wird mit dem Werkzeuggreifer 40 CNC-gesteuert in

eine Warteposition über das eingespannte Werkzeugfutter 20 konzentrisch bezüglich der Drehachse 16 verfahren.

Zu einer ersten Bestimmung der Ist-Position des Werkzeugs 22 wird nun der Schlitten 4 und der Optikträger 6 derart bewegt, dass die Messoptik 8 in den Bereich einer Schneide 58 des zu messenden Werkzeugs 22 gelangt, die als charakteristisches Element des Werkzeugs 22 vermessen wird. Für den Fall, dass die Sollmaße der Schneide 58 nicht bekannt sind, ist zweckmäßigerweise vorgesehen, mit der Messoptik 8 einen automatischen Suchlauf durchzuführen. Sobald die Schneide 58 im Blickfeld der Messoptik 8 liegt, beginnt der Werkzeuggreifer 40 CNC-gesteuert das Werkzeug 22 um die Drehachse 16 zu drehen, um die Schneide 58 optisch scharf zu stellen. Nachdem das geschehen ist, wird die Ist-Position der Schneide 58, und insbesondere der Schneidenspitze, entlang der Längsachse  $\mu$ -genau ermittelt. Mit den somit zur Verfügung gestellten Längsmaßen des Werkzeugs 22 bzw. der Ist-Positionierung der Schneide 58 und Schneidenspitze ist der Verfahrweg entlang der Drehachse 16 für den Werkzeuggreifer 40 zum Erreichen des für das Werkzeug 22 wesentlichen Sollmaßes, insbesondere bezüglich des Werkzeugfutters 20 oder der Werkzeugaufnahmespindel 18, bekannt.

Nun wird die Induktionsspule 44 um die Werkzeugaufnahmespindel 18 positioniert und eingeschaltet, das Werkzeugfutter 20 wird erwärmt und dehnt sich aus. Die Temperatur des Werkzeugfutters 20 wird mit einem nicht näher dargestellten Sensor überwacht. Bei Erreichen einer Solltemperatur wird die Induktionsspule 44 in der Weise weggefahren, dass das Werkzeug 22 anschließend nach unten fahren kann und ein Schaft 60 des Werkzeugs 22 in das Werkzeugfutter 20 eingeführt wird. Während dieses Einfahrens wird die Schneide 58 des Werkzeugs 22 mittels der Messoptik 8 durch entsprechende Verschiebungen des Schlittens 4 per-

manent verfolgt und vermessen. Bei Erkennen von Änderungen in der Positionierung, beispielsweise aufgrund einer unbeabsichtigten Verschiebung des Werkzeugs 22 innerhalb des Werkzeuggreifers 40, kann der komplette Befestigungsvorgang abgebrochen werden und das Werkzeug 22 automatisch wieder in das Be- und Entlademagazin 24 gestellt und entsprechend gekennzeichnet werden.

Ist das aufgrund der Längsvermessung des Werkzeugs 22 bestimmbar Sollmaß (in Figur 4 mit  $L_G$  bezeichnet) zuzüglich einer die Wärmeausdehnung des Werkzeugfutters 2 berücksichtigende Korrekturgröße erreicht, wird der Werkzeuggreifer 40, welcher das Werkzeug 22 hält, in seiner aktuellen Position angehalten. Das Werkzeug 22 ist nun um die Korrekturgröße von seiner Soll-Position positioniert. Nach einer Abkühlung des Werkzeugfutters 20, beispielsweise nach wenigen Sekunden, gibt der Werkzeuggreifer 40 das Werkzeug 22 frei, der Einschrumpfvorgang ist beendet. Der Werkzeuggreifer 40 wird nach oben verfahren, beispielsweise in eine Warteposition.

Nun wird die Ist-Position des Werkzeugs 22 im Werkzeugfutter 20 bestimmt, indem die Messoptik 8 die Schneide 58 des Werkzeugs 22 auf seine Ist-Position bezüglich eines Referenzpunkts 64 (Figur 4) hin vermisst. Die Ist-Position und ggf. weitere Messdaten werden auf einen am Werkzeugfutter 20 befestigten und temperaturbeständigen Chip geschrieben. Nun wird die Werkzeugspannung, mit welcher das Werkzeugfutter 20 in der Werkzeugaufnahmespindel 18 fixiert ist, gelöst. Der Werkzeugfutterwechsler 48 entnimmt das aus Werkzeugfutter 20 und Werkzeug 22 bestehende Komplettwerkzeug und setzt dieses in eine bereitstehende Be- und Entladestation 28 des Be- und Entlademagazins 24. Durch Drehung oder eine andere geeignete Bewegung

wird das Komplettwerkzeug vor oder in einer Kühlstation 62 positioniert.

Die Kühlstation umfasst neben einem Platz für das Komplettwerkzeug mehrere Kühlglocken, die jeweils für unterschiedliche Werkzeugdurchmesser ausgelegt sind. Die in der Größe geeignete Kühlglocke wird ausgewählt und über das Werkzeugfutter gestülpt. Nach ausreichender und überwachter Kühlung, beispielsweise durch einen in den Figuren nicht dargestellten Infrarot-Induktor, verfährt das Komplettwerkzeug auf eine Warteposition. Weitere im Be- und Entlademagazin 24 befindliche Werkzeuge 22 können wie oben beschrieben in ein zugeordnetes Werkzeugfutter 20 eingeschrumpft, gekühlt und in Wartestellung gebracht werden.

Sind alle oder eine gewünschte Anzahl von Komplettwerkzeugen geschrumpft, wird eines der im Be- und Entlademagazin 24 befindlichen Komplettwerkzeuge mit dem Werkzeugfutterwechsler 48 in die Werkzeugaufnahmespindel 18 gesetzt und dort eingespannt. Anschließend wird die Ist-Position des Werkzeugs 22 durch die Messoptik 8 noch einmal bestimmt, und zwar bezüglich der Richtung der Einführung des Werkzeugs 22 in die Werkzeugaufnahme 66 des Werkzeugfutters 20, also in senkrechter Richtung. Die Messergebnisse und/oder die Entfernung der Schneide 58 oder eines anderen charakteristischen Elements des Werkzeugs 22 zum Referenzpunkt 64 werden auf dem Chip gespeichert. Außerdem wird das Werkzeug durch Rotation der Werkzeugaufnahmespindel 18 um mindestens eine volle Umdrehung um die Drehachse 16 gedreht, wobei aus den Messungen der Messoptik 8 durch die Recheneinheit 12 eine Hüllkurve der Schneiden 58 des Werkzeugs 22 und daraus die Ist-Position des Werkzeugs 22 in Radialrichtung ermittelt wird. Die entsprechenden Daten werden auf den Chip geschrieben. Entsprechen die ermittelten

Werte nicht einem in der Recheneinheit 12 hinterlegten Toleranzband, wird das Komplettwerkzeug auf dem Chip als fehlerhaft gekennzeichnet. Nach abgeschlossener Positionsbestimmung wird das Komplettwerkzeug durch den Werkzeugfutterwechsler 48 wieder in das Be- und Entlademagazin 24 abgestellt. Es kann ein weiteres Komplettwerkzeug auf die Ist-Position des Werkzeugs 22 hin untersucht werden. Auf diese rationelle Weise können zuerst alle oder eine gewünschte Anzahl von Werkzeugen geschrumpft und abgekühlt und anschließend als Komplettwerkzeuge vermessen werden.

Zur weiteren Erläuterung von in Figur 1 nicht erkennbaren Längen und Details sei auf die Figuren 2, 3 und 4 verwiesen. Figur 2 zeigt ein Werkzeug 22, welches in ein Werkzeugfutter 20, wie es in Figur 3 dargestellt ist, einzusetzen ist. Das Werkzeug 22 weist eine Gesamtlänge  $L_w$  und eine Schaftlänge  $L_s$  auf. Der maximale Durchmesser des Werkzeugs 22 ist mit  $D_s$  bezeichnet. Das Werkzeugfutter 20 weist eine Einsatzbohrung 18a mit einem Durchmesser  $D_A$  auf. Das Werkzeugfutter 20 weist eine Werkzeugaufnahme 66 auf und ist gemäß Auslegung der verwendeten Bearbeitungsmaschine mit einem Steilkegel- oder einem Hohlkegelschaft ausgebildet. Die vertikale Länge des Werkzeugfutters 20 von einem Referenzpunkt 64 aus ist mit  $L_A$  bezeichnet. Zweckmäßigerweise erfolgt die Einstellung der Soll-Position des in das Werkzeugfutter 20 eingeführten Werkzeugs 22 relativ zu diesem Referenzpunkt 64. Zu diesem Zweck kann es sinnvoll sein, auch die Position des Referenzpunkts 64 mittels der Messoptik 8 zu erfassen. Dieser Sachverhalt ist in Figur 4 dargestellt, in der ein aus dem Werkzeugfutter 20 und dem Werkzeug 22 gebildetes geschrumpftes Komplettwerkzeug dargestellt ist. Man erkennt, dass die Solllänge  $L_G$  dieses Komplettwerkzeugs relativ zu dem Referenzpunkt 64 definiert ist. Der Referenzpunkt 64 entspricht zweckmäßigerweise der Planlage des

Werkzeugfutters 20 in der Werkzeugaufnahmespindel 18, so dass es möglich ist, die genaue Position des Referenzpunkts 64 als bekannt vorauszusetzen und auf eine optische Erfassung zu verzichten.

-.-.-.-.-.-.-.-.-

21.10.02

5 Bezugsszeichen

2	Einstell- und Messeinrichtung	40	Werkzeuggreifer
4	Schlitten	42	Querschlitten
6	Optikträger	44	Induktionsspule
8	Messoptik	46	Achse
10	Bedieneinheit	48	Werkzeugfutterwechsler
12	Recheneinheit	56	Entnahmeposition
14	Monitor	58	Schneide
16	Drehachse	60	Schaft
18	Werkzeugaufnahmespindel	62	Kühlstation
20	Werkzeugfutter	64	Referenzpunkt
22	Werkzeug	66	Werkzeugaufnahme
24	Be- und Entlademagazin	L <sub>A</sub>	Referenzpunkt
26	Drehachse	L <sub>G</sub>	Sollmaß
28	Be- und Entladestation	L <sub>W</sub>	Gesamtlänge
30	Werkzeugaufnahme	L <sub>s</sub>	Schaftlänge
32	Aufnahme	D <sub>A</sub>	Durchmesser
34	Kühleinheit	D <sub>s</sub>	Durchmesser des Werkzeugs
36	Einbringeinheit		
38	Vertikalschlitten		

21.10.02

5

### Ansprüche

1. Verfahren zum Befestigen eines Werkzeugs (22) in einem Werkzeugfutter (20), bei dem eine Ist-Position des Werkzeugs (22), insbesondere in Richtung der Längsachse des Werkzeugs (22), durch Messung bestimmt wird, das Werkzeug (22) anschließend in das Werkzeugfutter (20) eingeführt und dort auf der Grundlage der ermittelten Ist-Position positioniert und dann eingeschrumpft wird und nach dem Einschrumpfen die Ist-Position des Werkzeugs (22) im Werkzeugfutter (20) bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Ist-Position des Werkzeugs (22) während des Einführung des Werkzeugs (22) in das Werkzeugfutter (20) überwacht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Werkzeug (22) während des Einschrumpfens von einem Werkzeuggreifer (40) gehalten wird, der das Werkzeug (22) auch während des Vermessens gehalten hat.

30

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Werkzeugfutter (20) während des Einschrumpfens in  
einer Spindel (18) befestigt ist und erst nach der Bestimmung  
5 der Ist-Position aus der Spindel (18) genommen wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Anzahl von Werkzeugen (22) in jeweils ein zugeord-  
10 netes Werkzeugfutter (20) eingeschrumpft und zusammen mit dem  
Werkzeugfutter (20) in einem Be- und Entlademagazin (24) ab-  
gelegt wird und anschließend die Ist-Position der Werkzeuge  
(22) in den Werkzeugfuttern (20) bestimmt wird.

15 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Werkzeug (22) im Werkzeugfutter (20) um eine Korrek-  
turgröße entfernt von der Soll-Position positioniert wird.

20 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Position nach der Ist-Positionsbestimmung auf einen  
mit dem Werkzeugfutter (20) verbundenen Datenträger geschrie-  
ben wird.

21.10.02

5

Verfahren zum Befestigen eines Werkzeugs in einem Werkzeugfutter

Zusammenfassung

10

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Befestigen eines Werkzeugs (22) in einem Werkzeugfutter (20).

Es wird vorgeschlagen, dass eine Ist-Position des Werkzeugs  
15 (22), insbesondere in Richtung der Längsachse des Werkzeugs (22), durch Messung bestimmt wird, das Werkzeug (22) anschließend in das Werkzeugfutter (20) eingeführt und dort auf der Grundlage der ermittelten Ist-Position positioniert und dann eingeschrumpft wird und nach dem Einschrumpfen die Ist-  
20 Position des Werkzeugs (22) im Werkzeugfutter (20) bestimmt wird.

(Fig. 1)

25

-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-

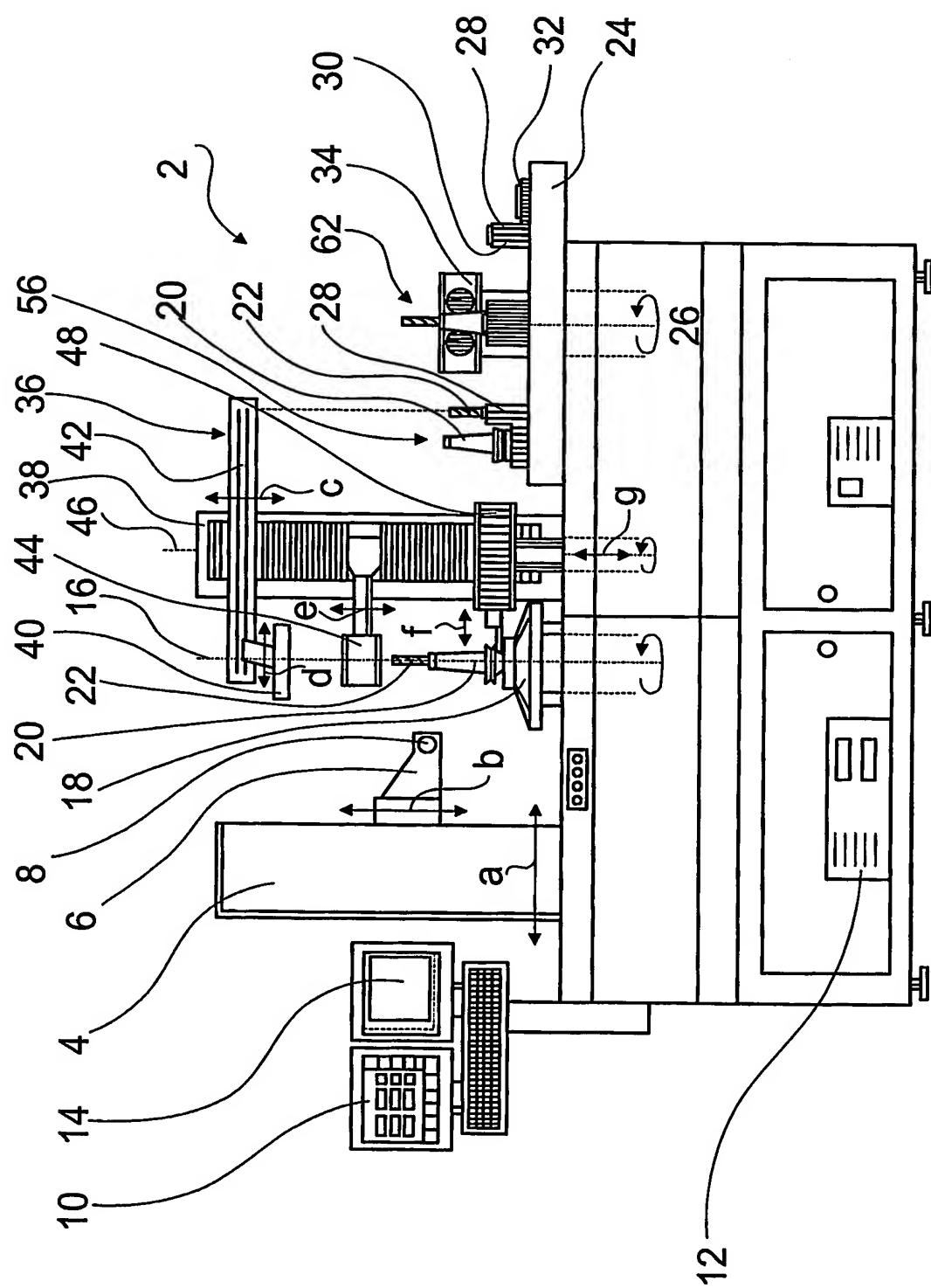


Fig. 1

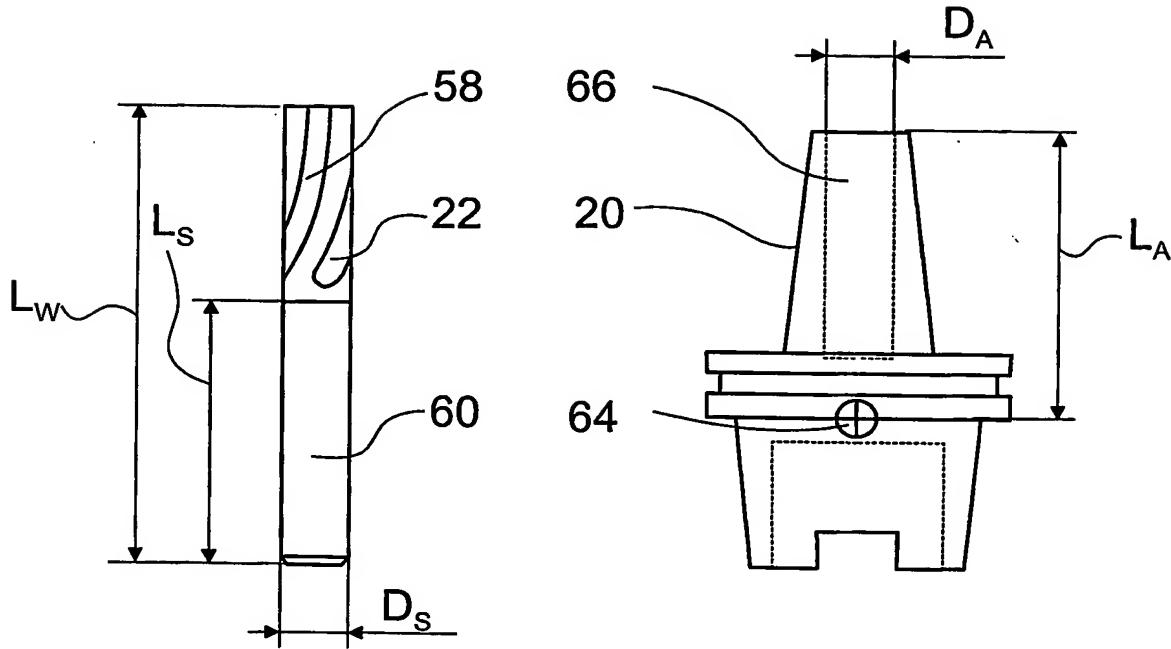


Fig. 2

Fig. 3

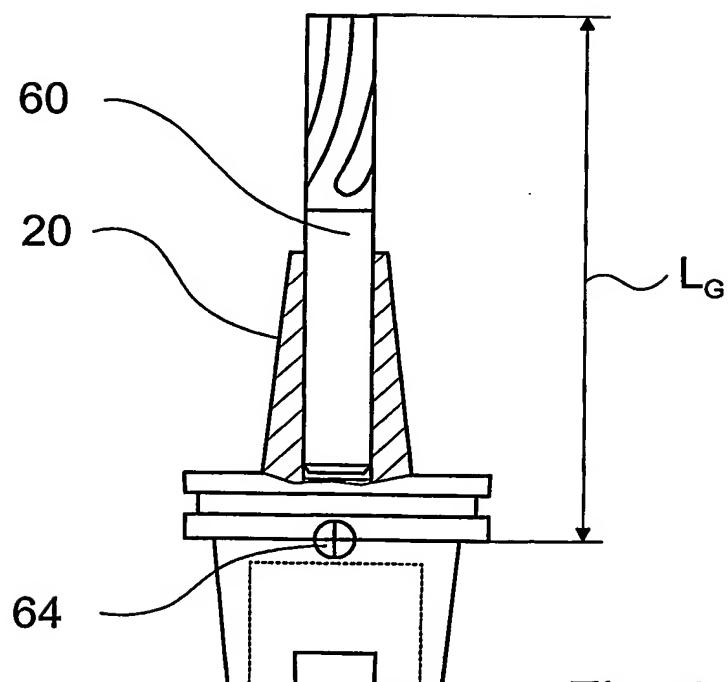


Fig. 4

ZO 738

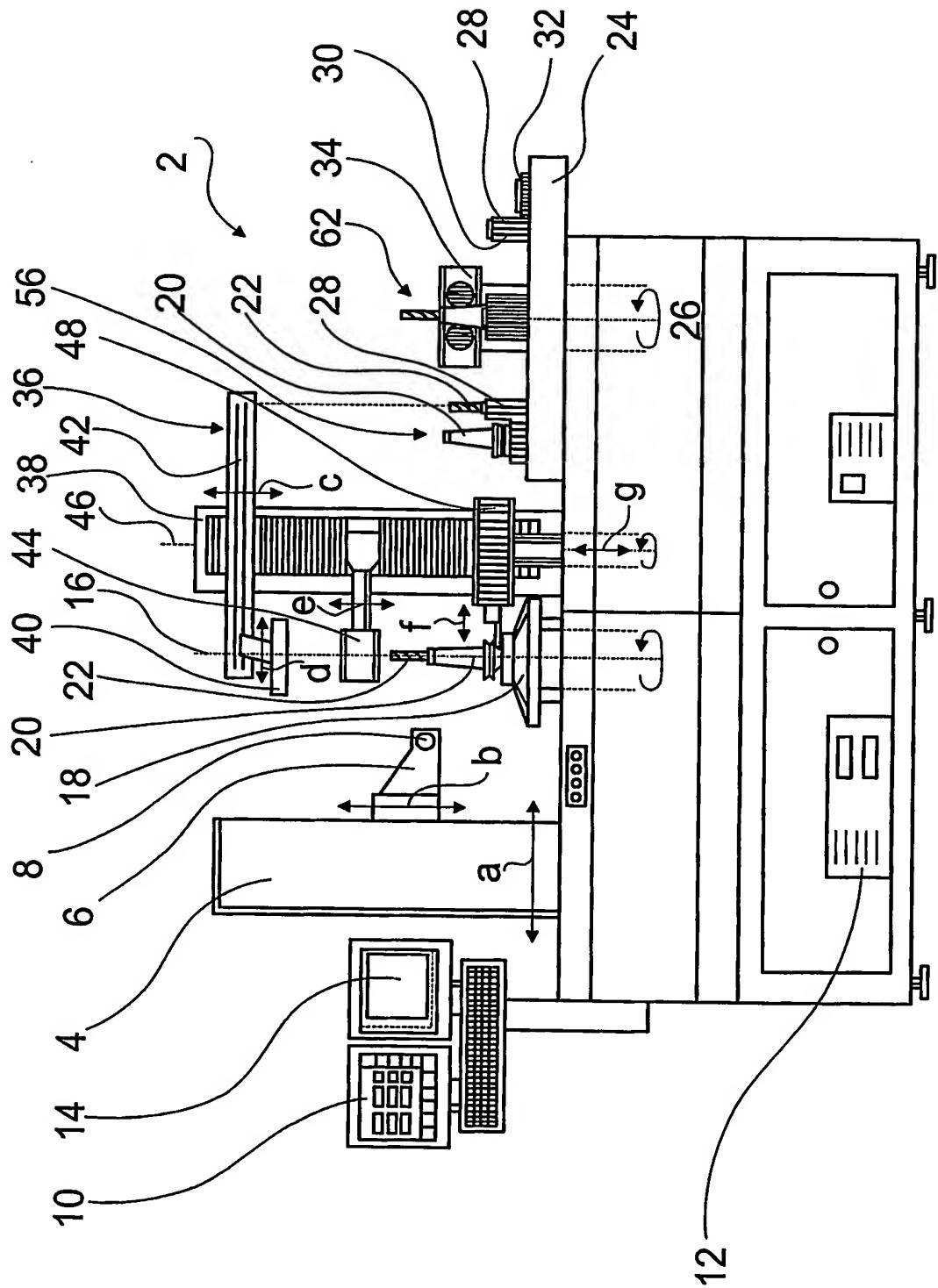


Fig.